

MINISTÉRIO DA DEFESA  
EXÉRCITO BRASILEIRO  
DEPARTAMENTO DE EDUCAÇÃO E CULTURA DO EXÉRCITO  
CENTRO DE CAPACITAÇÃO FÍSICA DO EXÉRCITO  
ESCOLA DE EDUCAÇÃO FÍSICA DO EXÉRCITO

## CURSO DE INSTRUTOR DE EDUCAÇÃO FÍSICA

ALUNO: **Ítalo** José Santos Vasconcelos – 1º Ten

ORIENTADORA: **Maria Claudia** Pereira Nunes Da Cunha – Profª Drª

### CORRELAÇÃO ENTRE VARIÁVEIS BIOMECÂNICAS DE DINAMOMETRIA ISOCINÉTICA E O DESEMPENHO NA PROVA DE LANÇAMENTO DE GRANADAS EM JOVENS MILITARES

ALUNO: **Ítalo** José Santos Vasconcelos – 1º Ten

CORRELAÇÃO ENTRE VARIÁVEIS BIOMECÂNICAS DE  
DINAMOMETRIA ISOCINÉTICA E O DESEMPENHO NA PROVA DE  
LANÇAMENTO DE GRANADAS EM JOVENS MILITARES

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado  
como requisito parcial para conclusão da  
graduação em Educação Física na Escola de  
Educação Física do Exército.

ORIENTADORA: **Maria Claudia** Pereira  
Nunes da Cunha – Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup>

MINISTÉRIO DA DEFESA  
EXÉRCITO BRASILEIRO  
DEPARTAMENTO DE EDUCAÇÃO E CULTURA DO EXÉRCITO  
CENTRO DE CAPACITAÇÃO FÍSICA DO EXÉRCITO  
ESCOLA DE EDUCAÇÃO FÍSICA DO EXÉRCITO

ALUNO: **Ítalo** José Santos Vasconcelos – 1º Ten

TÍTULO: Correlação entre variáveis biomecânicas de dinamometria isocinética e o desempenho na prova de lançamento de granadas em jovens militares

## TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

Aprovado em \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 2019

Banca de Avaliação

Michel Moraes Gonçalves - TC

Miriam Raquel Meira Mainenti – prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup>

VASCONCELOS, Ítalo José Santos. Correlação entre variáveis biomecânicas de dinamometria isocinética e o desempenho na prova de lançamento de granadas em jovens militares. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Educação Física). Escola de Educação Física do Exército. Rio de Janeiro – RJ, 2019.

## RESUMO

**INTRODUÇÃO:** A articulação do ombro apresenta alta mobilidade, com estabilidade concorrente em várias posições articulares. Boa parte desta estabilização se deve aos músculos rotadores de ombro, considerados muito importantes durante um lançamento de implemento com um movimento balístico por cima da cabeça. Os dados das variáveis de dinamometria isocinética são de extrema relevância para avaliar a força imposta por determinado indivíduo em um gesto motor específico. Portanto, objetivo deste estudo foi verificar a correlação entre variáveis biomecânicas de dinamometria isocinética de rotadores internos e externos de ombro com o desempenho de jovens militares na prova de lançamento de granadas do pentatlo militar. **MÉTODOS:** A amostra do presente estudo foi intencional (n=13; idade:  $27 \pm 2,64$  anos; massa:  $78,48 \pm 7,08$  kg). As variáveis de dinamometria de rotadores do ombro foram correlacionadas com o desempenho na prova de lançamento de granadas no que diz respeito apenas à distância máxima de lançamento. Para avaliação dessas variáveis foram realizadas cinco repetições concêntricas/concêntricas de rotadores externos e internos a  $60^\circ/s$  e a  $120^\circ/s$  com intervalo de um minuto entre elas em dinamômetro isocinético *Biodex 4 System Pro®* (Biodex Medical System, Inc., Shirley, NY). **RESULTADOS:** As variáveis de pico de torque de rotadores externos a  $60^\circ/s$ , trabalho total de rotadores externos  $60^\circ/s$ , trabalho total de rotadores internos a  $60^\circ/s$ , pico de torque de rotadores externos a  $120^\circ/s$ , pico de torque de rotadores internos a  $120^\circ/s$ , trabalho total de rotadores externos a  $120^\circ/s$  e trabalho total de rotadores internos a  $120^\circ/s$  apresentaram correlação moderada a forte com a variável de distância máxima de lançamento. **CONCLUSÃO:** As correlações moderadas a fortes entre as variáveis biomecânicas de dinamometria de rotadores de ombro e a distância máxima de lançamento de granadas evidenciam a importância de fortalecimento desses músculos não somente para prevenir lesões, mas para melhorar a operacionalidade de jovens militares.

**Palavras-chaves:** pentatlo; rotadores; ombro; granada.

VASCONCELOS, Italo José Santos. Correlation between isokinetic dynamometry biomechanical variables and grenade throwing performance in young military men. Course Conclusion Paper (Graduation in Physical Education). Army School of Physical Education. Rio de Janeiro - RJ, 2019.

### **ABSTRACT**

**INTRODUCTION:** The shoulder is a highly flexible joint, with concurrent stability in various joint positions. A good part of this stabilization is due to the shoulder rotator muscles, considered very important during an implement throw with a ballistic overhead movement. Data from isokinetic dynamometry are extremely relevant for assessing the force imposed by a person in a specific motor gesture. Therefore, the aim of this study was to verify the correlation between biomechanical isokinetic dynamometry variables of internal and external shoulder rotators and performance of military pentathlon grenade throwing test in young military men. **METHODS:** The sample of the present study was intentional (n = 13; age:  $27 \pm 2.64$  years; mass:  $78.48 \pm 7.08$  kg). Dinamometry shoulder rotators variables were correlated only to the maximum distance of the grenade throwing performance. Participants realized five concentric/concentric repetitions of external and internal rotators at 60°/s and 120°/s with one minute rest interval between series. A Biodex 4 System Pro® isokinetic dynamometer (Biodex Medical System, Inc., Shirley, NY) was used to the protocol test. **RESULTS:** Peak torque of external rotators at 60°/s, total work of external rotators at 60°/s, total work of internal rotators at 60°/s, peak torque of external rotators at 120°/s, peak torque of internal rotators at 120°/s, total work of external rotators at 120°/s and total work of internal rotators showed a moderate to strong correlations to the maximum throw distance. **CONCLUSION:** The moderate to strong correlations between biomechanical dynamometry variables of the shoulder rotators and the maximum distance of the grenade throwing performance show the importance to strength these muscles not only to prevent injury but also to improve the operational capacity of young militaries.

**Keywords:** pentathlon; isokinetic; grenade.

## INTRODUÇÃO

O movimento de arremesso executado por cima da cabeça em alguns esportes é uma atividade corporal complexa, com ativação sequencial de partes do corpo por meio do sistema de ligação que vai do pé oposto até o braço de lançamento (1). Esse caminho de ativação passa pela articulação do ombro, que está sujeita a uma função complexa objetivando alta mobilidade, com estabilidade concorrente em várias posições articulares (2). Grande parte da estabilização da articulação glenoumeral depende dos mesmos músculos que são responsáveis pelo movimento de rotação de ombro em um lançamento (3).

No campo do desporto, seja recreativo ou de alto rendimento, e até na prática clínica, se utiliza bastante o termo "equilíbrio muscular". No entanto, pelo fato de ainda não haver uma conclusão que estabeleça o equilíbrio muscular ideal, existe certa dificuldade na avaliação da função muscular em relação ao que seria considerado equilíbrio ou desequilíbrio de ombro (4). Uma das formas comumente utilizadas para avaliar a existência de desequilíbrio muscular na articulação glenoumeral é a razão convencional da força de rotadores internos e externos de ombro, obtida por meio de dinamometria isocinética (5–9). A razão convencional é calculada dividindo-se o pico de torque dos rotadores externos pelo pico de torque dos rotadores internos de ombro durante ações concêntricas. Alguns estudos indicaram valores normativos para a razão da força de rotadores internos e externos de ombro em indivíduos que utilizam a técnica de arremesso com o movimento por cima da cabeça variando entre 66 e 75% (3,10).

Diversos estudos que avaliaram a força isocinética dos rotadores de ombro foram realizados com modalidades que utilizam de forma frequente a rotação de ombro, como handebol, voleibol, beisebol, lançamento de dardo, natação e tênis (4,6,9,11–15). O pentatlo militar, no entanto, apesar de depender também de movimentos relacionados à força de rotadores de ombro, não foi até o presente momento objeto de estudo dentro dessa temática.

A modalidade de pentatlo militar foi concebida pelo Capitão francês Henri Debrus tendo como base a técnica de treinamento militar praticada por Unidades Paraquedistas Holandesas em meados dos anos 1940. As atividades praticadas eram: salto de paraquedas, marcha, travessia de obstáculos e operações de combate com armas de pequeno porte e granadas. Atualmente, o Pentatlo Militar integra a gama de esportes que compõem os Jogos Mundiais Militares do Conselho Internacional do Desporto Militar (CISM) com as provas de tiro com rifle standard, pista de obstáculos, natação utilitária, lançamento de granadas e corrida através campo (16). No entanto, a prática do pentatlo militar dentro do próprio meio militar tem se restringido principalmente a atletas, tornando-se relevante a ampliação de conhecimento com a finalidade de difundir essa prática também a outros militares.

Mais especificamente, dentro da modalidade do pentatlo militar, a prova de lançamento de granadas parece depender do equilíbrio de ombro para sua execução. Até o presente momento, não foram encontrados estudos que tenham correlacionado a força isocinética de rotadores internos e externos de ombro com o desempenho na prova de lançamento de granadas do pentatlo militar. Esse conhecimento pode contribuir para a preparação de tropas no tocante ao equilíbrio de músculos rotadores de ombro, visando o uso operacional do lançamento de granada em diversas missões e, utilizando o pentatlo militar como treinamento para este tipo de demanda, assim como fora preconizado em sua gênese enquanto esporte. Além disso, de uma forma geral o presente estudo pode levar a um melhor entendimento sobre as informações conflitantes a respeito da relação entre força muscular e arremesso (7).

Portanto, o objetivo do presente estudo foi verificar a correlação entre variáveis biomecânicas de dinamometria isocinética de rotadores internos e externos de ombro com o desempenho de jovens militares na prova de lançamento de granadas do pentatlo militar.

## **MATERIAIS E MÉTODOS**

### **Amostra**

A amostra do presente estudo foi intencional ( $n=13$ ; idade:  $27,00 \pm 2,64$  anos; massa:  $78,48 \pm 7,08$  kg;  $178 \pm 5,11$  cm), da qual os alunos do Curso de Instrutor de Educação Física do ano de 2019 da Escola de Educação Física do Exército (EsEFEx) foram convidados a participar. Foram excluídos do estudo indivíduos com qualquer lesão osteomioarticular no membro superior dominante apresentada nos seis meses que antecederam as coletas de dados, que manifestaram dor e/ou desconforto durante a execução dos movimentos avaliados ou que haviam sido atletas de pentatlo militar. Cabe ressaltar que todos os participantes foram instruídos a não realizarem exercício físico para membros superiores nas 24h que antecederam as avaliações.

O presente estudo foi submetido para aprovação junto ao Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos do Centro de Capacitação Física do Exército CEP-CCFEx. Antes da realização dos testes todos os participantes assinaram um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (Apêndice 1) contendo informações acerca da pesquisa, bem como os riscos e benefícios associados à sua participação no estudo. Após assinatura os participantes preencheram uma anamnese (Apêndice 2) para obtenção de algumas informações relacionadas a caracterização da amostra.

### **Avaliação do desempenho na prova de lançamento de granadas**

A razão da força de rotadores do ombro foi correlacionada com o desempenho na prova de lançamento de granadas no que diz respeito apenas à distância máxima de lançamento. Portanto, apesar da prova de lançamento de granadas convencionalmente ser dividida em avaliação da precisão e da distância, o presente estudo contou apenas com a descrição referente à avaliação da distância de lançamento. Todos os participantes realizaram a prova de lançamento de granadas na Escola de Educação Física do Exército (EsEFEx).

O início da prova foi dado de acordo com a ordem de partida estabelecida na competição entre os alunos do Curso de Instrutor e o aquecimento ficou a critério do próprio participante. A avaliação da distância consistiu no lançamento de três granadas de prova masculina, tendo o intervalo máximo de 5 segundos entre os lançamentos, com o objetivo de atingir a maior distância possível dentro do setor de lançamento. O setor de lançamento estava marcado com linhas bem visíveis formando um triângulo isósceles, com base de 15,08 metros e o vértice dos lados de mesmo tamanho no meio do muro de lançamento. Esse mesmo vértice serviu como ponto inicial para posicionar uma fita métrica que foi utilizada para aferir a distância de cada lançamento dentro do setor. A distância máxima de lançamento só foi computada se a granada caiu dentro do setor



de lançamento, tendo em vista que esse requisito compõe as regras da prova de lançamento de granada do pentatlo militar.

### **Avaliação da das variáveis biomecânicas de dinamometria isocinética**

As avaliações em dinamômetro isocinético foram realizadas no Laboratório de Biomecânica do Instituto de Pesquisa da Capacitação Física do Exército (IPCFEx). A fim de obter melhor relação com o resultado da prova de lançamento de granadas, a avaliação da força isocinética de rotadores de ombro foi realizada sete dias após a conclusão da mesma. Para a avaliação das variáveis biomecânicas de dinamometria dos músculos rotadores de ombro foi utilizado o dinamômetro isocinético *Biodex 4 System Pro*® (Biodex Medical System, Inc., Shirley, NY). Inicialmente foi aferida a massa de cada participante por meio de balança digital (Filizola, São Paulo, SP, Brasil), e em seguida foi realizado um aquecimento composto por 30 polichinelos, 15 circunções de ombros para frente e 15 para trás. Após o aquecimento cada participante foi posicionado sentado na cadeira do dinamômetro de forma que o tronco permanecesse ereto. Para evitar movimentos compensatórios, o tronco e a pélvis foram estabilizados com cintos do próprio dinamômetro (Figura 1). Os ombros dos participantes foram alinhados na horizontal e, utilizando um goniômetro analógico (Trident, Itapuí, SP, Brasil), o membro superior dominante foi posicionado sobre um suporte atrelado ao braço de força do próprio dinamômetro, estando o ombro a 45° de abdução e 30° de flexão.



Figura 1 – Posicionamento do indivíduo para a avaliação de dinamometria isocinética.

O protocolo de teste consistiu em realizar os movimentos de rotação interna e externa de ombro no modo concêntrico/concêntrico a 60°/s e 120°/s durante cinco repetições máximas em cada velocidade angular. Previamente à realização das repetições máximas, o participante realizou uma série de cinco repetições submáximas na velocidade a ser avaliada, com a finalidade de familiarizar o indivíduo ao exercício proposto. No total foram realizadas quatro séries de cinco repetições, sendo uma série submáxima e uma série máxima para cada uma das duas velocidades estudadas. A ordem de início das séries em cada velocidade foi contrabalanceada entre os participantes. O movimento inicial para todas as séries foi o de rotação externa e houve um intervalo de recuperação de um minuto entre as séries. Considerando 0° para o antebraço paralelo ao plano horizontal, a amplitude de movimento foi de 40° para rotação externa e de 25° para rotação interna.

O dinamômetro isocinético utilizado no teste foi calibrado conforme prevê o fabricante. Todos os indivíduos receberam incentivo verbal durante a execução das séries máximas. As variáveis biomecânicas de dinamometria avaliadas no presente estudo foram: pico de torque de rotadores externos a 60°/s (PT\_RE\_60), pico de torque de rotadores internos a 60°/s (PT\_RI\_60), trabalho total de rotadores externos (TT\_RE\_60) a 60°/s, trabalho total de rotadores internos a 60°/s (TT\_RI\_60), pico de torque de rotadores externos a 120°/s (PT\_RE\_120), pico de torque de rotadores internos a 120°/s (PT\_RI\_120), trabalho total de rotadores externos (TT\_RE\_120) a 120°/s, trabalho total de rotadores internos a 120°/s (TT\_RI\_120). Todos os valores de pico de torque foram normalizados pela massa corporal de cada indivíduo. Após determinação dos picos de torques, foram calculadas as razões convencionais de força de rotadores internos e externos de ombro para as velocidades de 60 e 120°/s dividindo-se o pico de torque de rotadores externos pelo pico de torque de rotadores internos, ambos no modo concêntrico.

### **Análise estatística**

O teste de Shapiro-Wilk foi utilizado para verificar a aderência à normalidade dos dados, que foram apresentados na forma descritiva como média  $\pm$  desvio padrão havendo normalidade e como mediana (amplitude) não havendo normalidade. Cada variável estudada que aderiu à normalidade foi correlacionada com a distância máxima no lançamento de granadas por meio da Correlação de Pearson. Para aquelas que não apresentaram uma distribuição normal, utilizou-se o teste de Correlação de Spearman. A avaliação qualitativa para o grau de correlação entre duas variáveis seguiu a classificação proposta por Callegari-Jacques(17). O nível de significância foi estabelecido em  $\alpha=0,05$ . Todas as análises estatísticas foram realizadas utilizando o *software* BioEstat versão 5.3.

## RESULTADOS

Após a realização do teste de normalidade, verificou-se que as variáveis pico de torque de rotadores externos a 60°/s (PT RE 60), razão a 60°/s (Razão 60), trabalho total de rotadores externos a 60°/s (TT RE 60), pico de torque de rotadores externos a 120°/s (PT RE 120) e razão a 120°/s (Razão 120) apresentaram dados aderentes à normalidade (Tabela 1). Já as variáveis pico de torque de rotadores internos a 60°/s (PT RI 60), trabalho total de rotadores internos a 60°/s (TT RI 60), pico de torque de rotadores internos a 120°/s (PT RI 120), trabalho total de rotadores externos a 120°/s (TT RE 120) e trabalho total de rotadores internos a 120°/s (TT RI 120) apresentaram dados não aderentes à normalidade (Tabela 2).

As variáveis de pico de torque de rotadores externos a 60°/s (PT RE 60), trabalho total de rotadores externos 60°/s (TT RE 60), trabalho total de rotadores internos a 60°/s (TT RI 60), pico de torque de rotadores externos a 120°/s (PT RE 120), pico de torque de rotadores internos a 120°/s (PT RI 120), trabalho total de rotadores externos a 120°/s (TT RE 120) e trabalho total de rotadores internos a 120°/s (TT RI 120) apresentaram correlação estatisticamente significativa com a variável de distância máxima de lançamento.

A análise qualitativa da intensidade das correlações mostrou correlação forte ( $0,60 \leq r$  ou  $\rho < 0,90$ ) entre as variáveis PT RE 60, TT RE 60, PT RE 120, TT RE 120, TT RI 120 e a distância máxima. Esse tipo de análise qualitativa mostrou ainda correlação regular ( $0,30 \leq r$  ou  $\rho < 0,60$ ) entre as variáveis PT RI 120, TT RI 60 e a distância máxima.

Tabela 1 – Variáveis paramétricas com distribuição normal.

Variáveis	Média ± DP	R	Valor de p
<b>PT RE 60 (N)</b>	50,80 ± 9,46	0,707**	0,01
<b>Razão 60</b>	0,74 ± 0,99	-0,369	0,22
<b>TT RE 60 (J)</b>	159,95 ± 34,13	0,790**	0,00
<b>PT RE 120 (N)</b>	46,91 ± 7,85	0,736**	0,00
<b>Razão 120</b>	0,78 ± 0,96	-0,555	0,05

Variáveis paramétricas apresentadas com média e desvio padrão (DP), valor de r (teste de correlação de Pearson) e valor de p para as correlações com a distância máxima.

\*. Correlação é significativa ao nível 0.01 (valor de p)

\*\* . Correlação é significativa ao nível 0.05 (valor de p)

Tabela 2 – Variáveis não paramétricas

Variáveis	Mediana	Amplitude	<i>rho</i>	Valor de p
<b>PT RI 60 (N)</b>	63,10	42,60 - 117,70	0,465	0,11
<b>TT RI 60 (J)</b>	194,30	132,20 - 395,50	0,586*	0,04
<b>PT RI 120 (N)</b>	55,30	43,30 - 102,70	0,569*	0,04
<b>TT RE 120 (J)</b>	122,70	88,40 - 201,70	0,641*	0,02
<b>TT RI 120 (J)</b>	154,30	82,40 - 303,90	0,724**	0,01

Variáveis não paramétricas apresentadas com mediana, amplitude (mínimo-máximo), valor de rho (teste de correlação de Spearman) e valor de p para as correlações com a variável de distância máxima.

\*. Correlação é significativa ao nível 0.01 (valor de p)

\*\*. Correlação é significativa ao nível 0.05 (valor de p)

A figura 2 apresenta os gráficos de dispersão para as variáveis classificadas com correlação regular ( $0,30 \leq r$  ou  $\rho < 0,60$ ). A figura 3 apresenta os gráficos de dispersão para todas as variáveis classificadas com correlação forte ( $0,60 \leq r$  ou  $\rho < 0,90$ ).

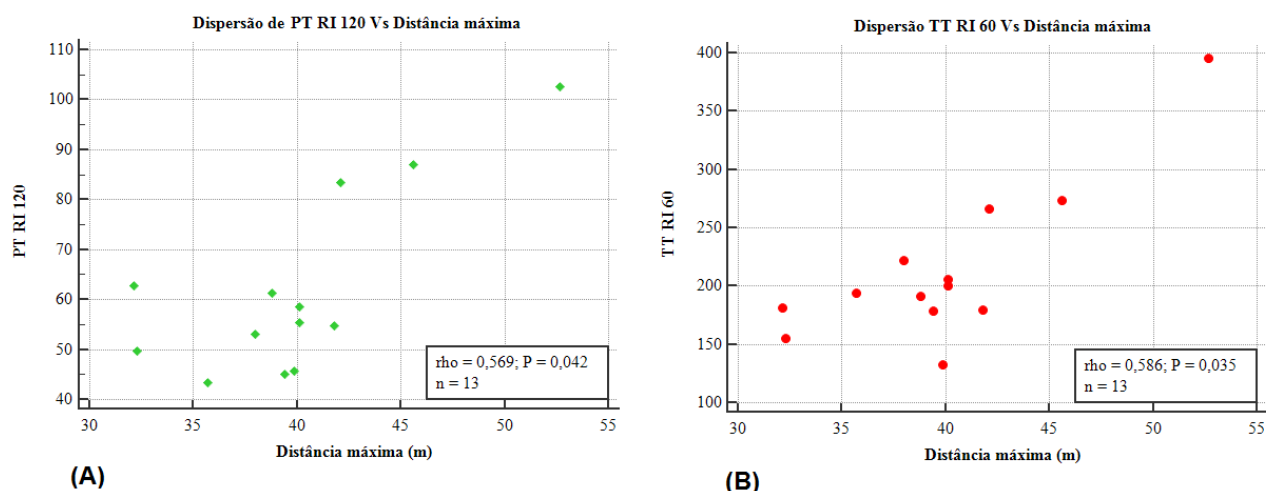
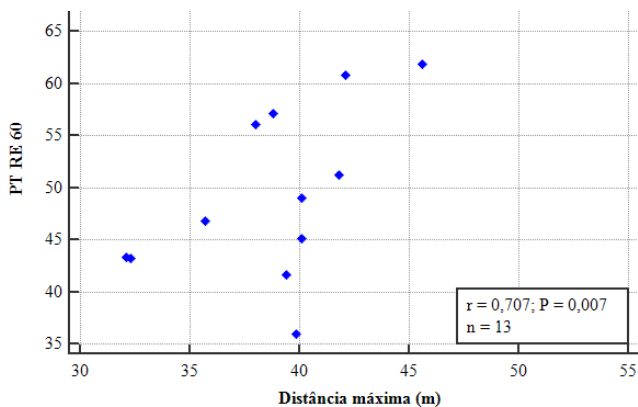


Figura 2 – Gráficos de dispersão

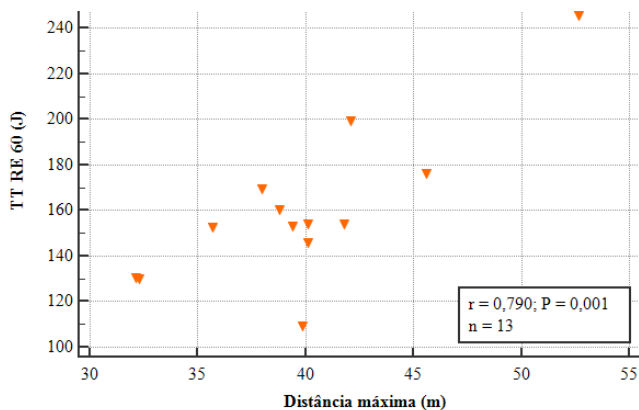
Gráficos de dispersão das variáveis PT RI 120 (A), TT RI 60 (B) Vs Distância máxima no lançamento de granadas com correlação regular. rho = valores para correlação de Spearman.

Gráfico de dispersão PT RE 60 Vs Distância máxima



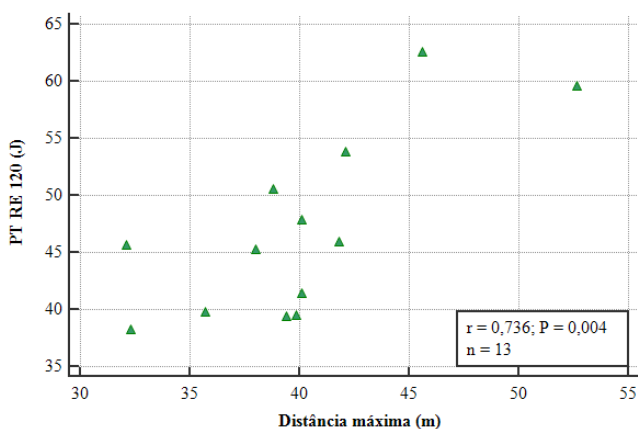
(A)

Gráfico de dispersão TT RE 60 Vs Distância máxima



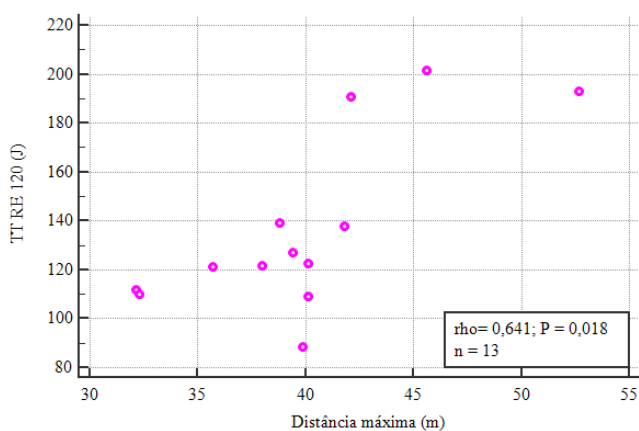
(B)

Gráfico de dispersão PT RE 120 Vs Distância máxima



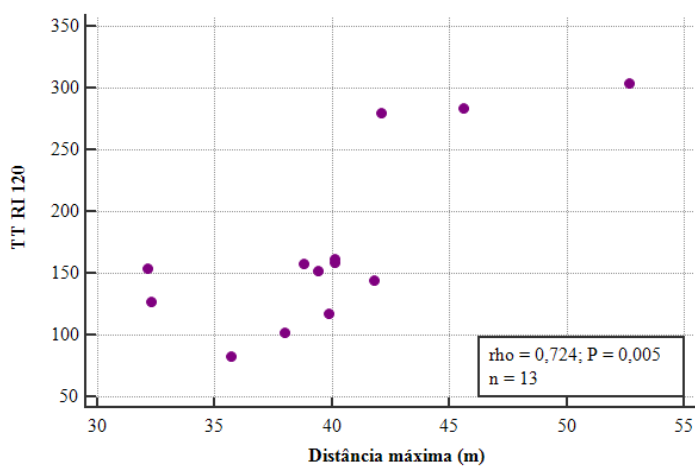
(C)

Gráfico de dispersão TT RE 120 Vs Distância máxima



(D)

Gráfico de dispersão TT RI 120 Vs Distância máxima



(E)

Figura 3 – Gráficos de dispersão

Gráficos de dispersão das variáveis PT RE 60 (A), TT RE 60 (B), PT RE 120 (C), TT RE 120 (D) e TT RI 120 (E) Vs Distância máxima no lançamento de granadas com correlação forte.  $r$  = valores para Correlação de Pearson e  $\rho$  = valores para correlação de Spearman.

## DISCUSSÃO

O objetivo do presente estudo foi verificar a correlação de variáveis biomecânicas de dinamometria isocinética de rotadores internos e externos de ombro com o desempenho de jovens militares na prova de lançamento de granadas do pentatlo militar.

Na avaliação qualitativa da intensidade das correlações encontradas utilizando a classificação proposta por Callegari-Jacques(17), os resultados mostraram forte correlação entre as variáveis biomecânicas de PT RE 60, TT RE 60, PT RE 120, TT RI 120 e TT RE 120 e a distância máxima no lançamento de granadas. Também foi encontrada correlação regular para as variáveis de PT RI 60, TT RI 60 e PT RI 120 e apenas as variáveis de RAZÃO 60, RAZÃO 120 e PT RI 60 não mostraram correlação com a distância máxima na prova de lançamento de granadas.

Cabe ressaltar, que até o presente momento não foram encontrados estudos que tenham correlacionado variáveis biomecânicas de dinamometria isocinética a qualquer variável de desempenho em provas de pentatlo militar. Tal fato dificultou o confronto dos presentes resultados com a literatura e resultou em comparações com estudos que utilizaram movimentos semelhantes ao movimento de lançamento de granadas.

Forthomme et al., em seu estudo sobre achados isocinéticos em atletas de lançamento de dardo, encontraram correlação entre a força de rotadores internos em baixa ( $60^\circ/s$ ) e média ( $240^\circ/s$ ) velocidade com a distância de arremesso de dardo. No entanto, as correlações mais fortes encontradas foram entre a força concêntrica de rotadores externos em média ( $240^\circ/s$ ) e alta ( $400^\circ/s$ ) velocidades com a distância máxima de lançamento de dardo e o recorde pessoal. Apesar das velocidades avaliadas não terem sido idênticas, tais resultados corroboram com os encontrados no presente estudo, no qual a maioria das variáveis fortemente correlacionadas foram as variáveis de dinamometria dos rotadores externos. Destacando-se que para os rotadores internos apenas o TT RI 60 e TT RI 120 representaram as variáveis que obtiveram correlação significativa com a distância máxima no lançamento de granadas.

O movimento de lançamento por cima da cabeça é um movimento que tende a ser executado com o máximo de potência. Segundo Forthomme et al., no momento de armar o lançamento (o braço é levado atrás), a contração concêntrica dos rotadores externos do ombro acarreta em uma resposta antagonista excêntrica seguida de uma ação concêntrica dos rotadores internos (18). Os autores desse estudo sugerem, que a intensidade de ativação dos rotadores externos durante a fase de armar do lançamento seja capaz de estimular a resposta dos rotadores internos durante a fase de aceleração devido a utilização do ciclo de alongamento-encurtamento do músculo.

Considerando, também, o movimento realizado por um arremessador no beisebol como um movimento similar ao lançamento de granadas, podemos utilizar os dados eletromiográficos apresentados por DiGiovini et al., mostrando grande participação do músculo redondo menor, no momento de desaceleração do movimento que é, justamente, quando a bola sai da mão do arremessador e a energia imposta na fase de aceleração que não foi transferida para o implemento é dissipada através da contração excêntrica dos rotadores externos, com ênfase no redondo menor(19). Portanto, os resultados do presente estudo associados ao que fora preconizado em estudos anteriores de Forthomme et al. e DiGiovini et al. ajudam a evidenciar a importância também da força dos rotadores externos de ombro para movimentos de lançamento por sobre a cabeça (fases de armar e desacelerar), como é o caso do lançamento de granadas realizado por jovens militares.

Além disso, a fim de contribuir com a característica descritiva-exploratória do presente estudo, vale ressaltar que os valores para as razões convencionais de força dos músculos rotadores de ombro a 60°/s e a 120°/s foram, respectivamente, de  $74\pm 10\%$  e  $78\pm 10\%$ , e estiveram de acordo com o encontrado para não-atletas em estudos anteriores(2,20,21). No entanto, não houve correlação significativa entre as variáveis de razão convencional de força dos rotadores de ombro a 60°/s e a 120°/s e a distância máxima de lançamento de granadas.

Segundo Bak e Magnusson, a relação de força convencional RE:RI é baseada na relação entre as ações concêntricas de rotadores externos e rotadores internos de ombro. No entanto, durante o movimento aéreo balístico, há um aumento da atividade rotadores externos, que são necessários de forma relevante durante a desaceleração do úmero. Uma diferente forma encontrada na literatura para avaliação de equilíbrio dos músculos rotadores de ombro é a razão funcional, calculada pela divisão do pico de torque de rotação externa no modo excêntrico pelo pico de torque de rotação interna no modo concêntrico (22). Porém, o presente estudo limitou-se a avaliar apenas razão convencional em duas velocidades, o que pode servir de sugestão para estudos futuros é a utilização também da razão funcional para rotadores de ombro em diferentes velocidades.

Por fim, a amostra do presente estudo permite estender a discussão ao uso operacional do lançamento de granada, já que nenhum dos avaliados é atleta da modalidade de pentatlo militar, sugerindo que para jovens militares a força dos rotadores de ombro tenha grande importância no lançamento de granadas. Normalmente, os militares que têm a possibilidade de fazer uso de uma granada de mão durante uma operação são jovens soldados que não apresentam a mesma técnica de lançamento de um atleta de pentatlo militar e, tendo em vista que a participação do Exército Brasileiro em operações recentes resume-se à Garantia da Lei e da Ordem, onde geralmente as granadas, quando precisam ser usadas, exigem um lançamento distante para dispersar uma

multidão, pode-se inferir que a força bem como a capacidade de produzir trabalho dos rotadores de ombro seja de forte relevância para os militares. Mais especificamente, variáveis biomecânicas de dinamometria isocinética de rotadores externos de ombro parecem ter uma correlação mais direta com a distância máxima de lançamento de granadas, sugerindo que o grupamento muscular em questão não deva ser negligenciado em treinamentos neuromusculares realizados na tropa.

Sendo assim, os resultados do presente estudo reforçam a importância de fortalecimento dos músculos do manguito rotador dos militares como um todo, tanto para evitar possíveis futuras lesões quanto para melhorar a efetividade do lançamento de granadas no que tange a distância máxima.

O presente estudo apresenta como limitação o baixo número de participantes e a estatística apenas correlacional utilizada. Sugerimos ainda que mais estudos sobre essa temática sejam desenvolvidos avaliando um número maior de participantes, aumentando o número de variáveis analisadas e também utilizando outras técnicas estatísticas mais robustas.



## CONCLUSÃO

Os dados obtidos no presente estudo demonstraram existir correlações regulares a fortes entre as variáveis biomecânicas de dinamometria de rotadores de ombro e a distância máxima de lançamento de granada de jovens militares. Possivelmente, os resultados de maiores correlações para pico de torque e trabalho total de rotadores externos de ombro estejam relacionados aos momentos em que a granada é levada para trás (fase de armar) e quando a granada sai da mão do lançador (fase de desaceleração) e revestem de importância o correto fortalecimento dessa musculatura para o bom desempenho no lançamento em distância de granadas de jovens militares.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Bayos I, Anastasopoulou E, Sioudris D, D. & Boudolos K. Relationship between isokinetic strength of the internal and external shoulder rotators and ball velocity in team handball. *J Sports Med Phys Fitness*. 2001;41:229–35.
2. Mayer F, Horstmann T, Bäurle W, Grau S, Handel M, Dickhuth HH. Diagnostics with isokinetic devices in shoulder measurements - potentials and limits. *Isokinet Exerc Sci*. 2001;9(1):19–25.
3. Ellenbecker TS, Davies GJ. The Application of Isokinetics in Testing and Rehabilitation of the Shoulder Complex. *J of Athletic Train*. 2000;35(3):338–50.
4. Schlumberger A, Laube W, Bruhn S, Herbeck B, Dahlinger M, Fenkart G, et al. Muscle imbalances – fact or fiction? *Isokinet Exerc Sci*. 2006;14(1):3–11.
5. Wong EKL, Ng GYF. Strength profiles of shoulder rotators in healthy sport climbers and nonclimbers. *J Athl Train*. 2009;44(5):527–30.
6. Beitzel K, Zandt JF, Buchmann S, Beitzel KI, Schwirtz A, Imhoff AB, et al. Structural and biomechanical changes in shoulders of junior javelin throwers: a comprehensive evaluation as a proof of concept for a preventive exercise protocol. *Knee Surgery, Sport Traumatol Arthrosc*. 2014;
7. Andrade M dos S, Fachina RJFG, Cruz W, Benedito-Silva AA, Silva AC da, Lira CAB de. Strength field tests performance are correlated with isokinetic strength of shoulder rotator muscles in female handball players. *J Sports Med Phys Fitness*. 2014;54:403–9.
8. Kaczmarek P, Lubiowski P, Cisowski P, Dudzinski W, Grygorowicz M, Dzianach M, et al. Isokinetic muscle performance in male professional handball players. *Br J Sports Med*. 2014;48(7):614.2-614.
9. Ellenbecker TS, Davies GJ, Rowinski MJ. Concentric versus eccentric isokinetic strengthening of the rotator cuff: Objective data versus functional test. *Am J Sports Med*. 1988;16(1):64–9.
10. Ellenbecker T, Roetert EP. Age specific isokinetic glenohumeral internal and external rotation strength in elite junior tennis players. *J Sci Med Sport*. 2003;6(1):63–70.
11. Kaczmarek P, Lubiowski P, Cisowski P, Dudzinski W, Grygorowicz M, Dzianach M, et al. Isokinetic muscle performance in male professional handball players. *Br J Sports Med*. 2014;48(7):560–674.
12. Mendonça LDM, Bittencourt NFN, Silva AA da, Fonseca ST. Avaliação Muscular Isocinética da Articulação do Ombro em Atletas da Seleção Brasileira de Voleibol Sub-19 e Sub-21 Masculino. *Rev Bras Med*. 2010;16(2):107–11.

13. Wilk KE, Andrews JR, Arrigo CA, Keirns MA, Erber DJ. The strength characteristics of internal and external rotator muscles in professional baseball pitchers. *Am J Sports Med.* 1993;21(1):61–6.
14. Batalha NM, Raimundo AM, Tomas-Carus P, Barbosa TM, Silva AJ. Shoulder rotator cuff balance, strength, and endurance in young swimmers during a competitive season. *J Strength Cond Res.* 2013;27(9):2562–8.
15. Baltaci G, Tunay VB. Isokinetic performance at diagonal pattern and shoulder mobility in elite overhead athletes. *Scand J Med Sci Sport.* 2004;14(4):231–8.
16. Military International Council Sports. *Regras Gerais Pentatlo Militar parte A.* 2019.
17. Callegari-Jacques SM. *Bioestatística: princípios e aplicações.* Porto Alegre: Artmed Editora; 2009.
18. Forthomme B, Crielaard JM, Forthomme L, Croisier JL. Field performance of javelin throwers : Relationship with isokinetic findings. 2007;15:195–202.
19. Digiovine NM, Jobe FW, Pink M, Perry J. An electromyographic analysis of the upper extremity in pitching. *J Shoulder Elb Surg.* 1(1):15–25.
20. Fieisig GS, Escamilla RF, Andrews JR. Biomechanics of Overhand Throwing with Implications for Injuries. 1996;21(6):421–37.
21. Noffal GJ. Isokinetic eccentric-to-concentric strength ratios of the shoulder rotator muscles in throwers and nonthrowers. *Am J Sports Med.* 2003;31(4):537–41.
22. Magnusson SP. Shoulder Strength and Range of Motion Symptomatic and Pain-Free Elite Swimmers in.

## Apêndice 1 – TCLE

MINISTÉRIO DA DEFESA  
EXÉRCITO BRASILEIRO  
DEPARTAMENTO DE EDUCAÇÃO E CULTURA DO EXÉRCITO  
CENTRO DE CAPACITAÇÃO FÍSICA DO EXÉRCITO  
ESCOLA DE EDUCAÇÃO FÍSICA DO EXÉRCITO

### *Termo de Consentimento Livre e Esclarecido – TCLE*

Convidamos o senhor a participar do projeto de pesquisa intitulado como “Relação entre a razão da força de rotadores internos e externos de ombro e o desempenho na prova de lançamento de granadas em jovens militares”, sob a responsabilidade do pesquisador Ítalo Vasconcelos e orientação da professora Dra. Maria Claudia Pereira.

Diversos estudos vêm sendo realizados com a finalidade de se obter parâmetros de força muscular dos rotadores de ombro relacionados à prevenção de lesões e à busca por melhores desempenhos esportivos. O pentatlo militar é uma modalidade dependente também da força produzida pelos músculos que rotacionam o ombro. No entanto, até o presente momento nenhum estudo foi realizado comparando o equilíbrio dos músculos rotadores de ombro entre atletas de pentatlo militar e jovens não praticantes dessa modalidade. Portanto, o objetivo do presente estudo é comparar razão de força dos músculos que rotacionam o ombro entre atletas de Pentatlo Militar da Comissão de Desporto do Exército e jovens ativos do Curso de Instrutores do ano de 2019 da Escola de Educação Física do Exército.

O senhor receberá todos os esclarecimentos necessários antes e no decorrer da pesquisa e lhe asseguramos que seu nome não aparecerá, sendo mantido o mais rigoroso sigilo pela omissão total de quaisquer informações que permitam identificá-lo.

A sua participação consistirá em uma visita ao Laboratório de Biomecânica do Instituto da Capacitação Física do Exército - IPCFEx, em horário e a ser acordado. Antes da coleta de dados todos os participantes serão submetidos a um aquecimento geral composto por 30 polichinelos, 15 giros de braços para frente e 15 giros de braços para trás. A força dos músculos rotadores de ombro será avaliada por meio de um equipamento chamado de dinamômetro isocinético. Após o aquecimento cada participante será posicionado sentado, sendo fixado à cadeira do dinamômetro por meio de faixas na região do tórax e cintura, a fim de evitar movimentos compensatórios. O membro superior dominante será apoiado sobre um suporte atrelado ao dinamômetro, estando o cotovelo flexionado a 90°. A avaliação da força será feita durante cinco rotações máximas de ombro pra frente e para trás em duas velocidades distintas (60 e 120°/segundo) e controladas pelo dinamômetro. Antes das repetições máximas em cada velocidade avaliada o participante realizará uma série de cinco repetições submáximas a fim de familiarizá-lo com o movimento. Será respeitado o intervalo de um minuto entre cada série de cinco repetições, sendo ela de esforço máximo ou submáximo.

O estudo não envolve gastos aos participantes. Todos os materiais e equipamentos necessários para os testes serão providenciados pelos pesquisadores. Os exercícios a serem utilizados não possuem contraindicações à população considerada no estudo. Contudo, exercícios físicos podem gerar dor muscular tardia que desaparece em poucos dias. Caso o participante sinta algum mal estar que impossibilite a realização do teste ou detectada qualquer anormalidade, este será imediatamente interrompido.

Informamos que o Senhor pode se recusar a responder qualquer questão ou a participar de qualquer procedimento que lhe traga constrangimento, podendo desistir de participar da pesquisa em qualquer momento sem nenhum prejuízo para o senhor. Sua participação é voluntária, isto é, não há pagamento por sua colaboração.

Os participantes poderão ter acesso e solicitar a exclusão de seus dados a qualquer momento. O objetivo do estudo é coletar informações para a elaboração do Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) do pesquisador responsável e para a publicação de artigos científicos e/ou

trabalhos em congressos. Os participantes poderão ter acesso a esses documentos por intermédio do pesquisador responsável ou por meio de bases de dados digitais que contenham os periódicos escolhidos para publicação. Independentemente de se obter os resultados esperados, os dados serão publicados e divulgados, sendo resguardada a identidade dos participantes. Os dados e materiais utilizados na pesquisa ficarão sob a guarda do pesquisador responsável por um período de no mínimo cinco anos, após isso serão destruídos ou mantidos na instituição.

**Qualquer dúvida que porventura venha a surgir antes ou durante a pesquisa será esclarecida pelo pesquisador responsável, que se coloca a inteira disposição para contato (Ítalo Vasconcelos, telefone 79 99922-8289). Este Termo de Consentimento Livre e Esclarecido encontra-se redigido em duas vias, sendo uma para o participante e outra para o pesquisador. Havendo dúvidas você também poderá entrar em contato com o Comitê de Ética em Pesquisa do Centro de Capacitação Física do Exército (CEP-CCFEx) pelo telefone 21 2586-2297, de segunda a quinta-feira, no horário de 10 às 15h.**

Tendo lido o “Termo de Consentimento Livre e Esclarecido” e sido devidamente esclarecido sobre os objetivos, riscos e demais condições que envolverão minha participação no referido estudo, a ser realizado pelo pesquisador responsável Jurandir Oliveira e orientado pela professora Dra. Maria Claudia Pereira, declaro que tenho total conhecimento dos direitos e das condições que me foram apresentadas e asseguradas assim como manifesto livremente a minha vontade em participar do projeto supracitado.

---

Participante  
Nome / assinatura

---

Pesquisador Responsável  
Nome / assinatura

Rio de Janeiro, \_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_.



**ESCOLA DE EDUCAÇÃO FÍSICA DO EXÉRCITO**  
**“Berço da Educação Física no Brasil”**

Data da avaliação:

\_\_\_/\_\_\_/\_\_\_

ID:

**ANAMNESE PARA AVALIAÇÃO DE ROTADORES DE OMBRO**

**Nome (sublinhe o nome de guerra):**

\_\_\_\_\_

**Data de nascimento:** \_\_\_\_\_ **Sexo:** ( ) Feminino ( ) Masculino

**Altura (cm):** \_\_\_\_\_ **Massa (kg):** \_\_\_\_\_

**Membro superior dominante:** ( ) Direito ( ) Esquerdo

**Teve alguma lesão de ombro e/ou cotovelo nos últimos 6 meses:** ( ) sim ( ) não

**Caso a resposta tenha sido afirmativa, especifique o tipo e o local da lesão:**

\_\_\_\_\_

**Sente alguma dor e/ou desconforto durante movimentação de ombro e/ou cotovelo?**

( ) sim ( ) não

**Caso a resposta tenha sido afirmativa, especifique o local:**

\_\_\_\_\_

**Faz uso de algum medicamento? Qual?** \_\_\_\_\_

**Quando foi seu último treino?** \_\_\_\_\_

**Qual foi o tipo de treino?** \_\_\_\_\_

**O treino envolveu membros superiores?** \_\_\_\_\_